

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10221072

(43) Date of publication of application:
21. 08. 1998

(51) Int. Cl.

G01C 11/00

G01C 11/06

(21) Application number:
09034330

(71) Applicant: ASAHI OPTICAL CO LTD

(22) Date of filing: 03. 02. 1997

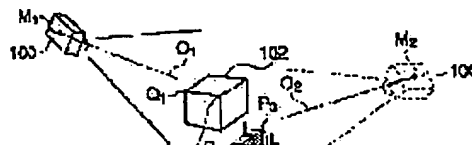
(72) Inventor: KANEKO ATSUMI
KIDA ATSUSHI
NAKAYAMA TOSHIHIRO

(54) SYSTEM AND METHOD FOR PHOTOGRAMMETRY

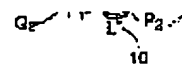
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform a high-accuracy surveying operation in photogrammetry by using stereopair photographs.

SOLUTION: A subject 102 is photographed by a camera 100 and a camera 100 in a principal-point position M1 and a principal-point position M2 together with a reference structure 10 whose actual sizes L are known.



Vertexes P1, P2, P3 as reference shapes of the reference structure 10 and two observation points are designated as pairs in two photographs. Respective three-dimensional coordinates are found by a collinear equation by using a method of successive approximation on the basis of the photographic coordinates of the vertexes as the reference shapes and the observation points. The distance between the respective vertexes is found on the basis of the three-dimensional coordinates of the vertices as the reference shapes, and a deviation amount from the actual sizes L is computed. When the deviation amount is within a tolerance, it is judged that the observation points are designated precisely as the pairs.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-221072

(43)公開日 平成10年(1998)8月21日

(51)Int.Cl.⁹

G01C 11/00

11/06

識別記号

庁内整理番号

F I

G01C 11/00

11/06

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-34330

(22)出願日 平成9年(1997)2月3日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 金子 敦美

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 木田 敦

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 中山 利宏

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

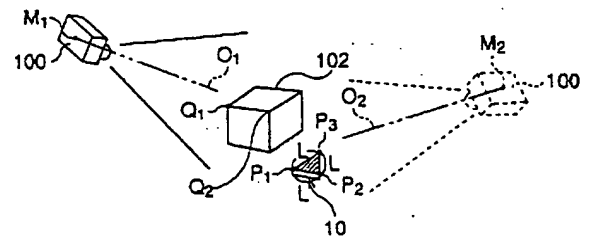
(74)代理人 弁理士 松浦 孝

(54)【発明の名称】写真測量システムおよび写真測量方法

(57)【要約】

【課題】 ステレオペア写真による写真測量において精度の高い測量を行う。

【解決手段】 被写体102を原寸Lが既知である基準構造物10と共にカメラ100により主点位置M1およびM2で撮影する。基準構造物10の基準形状の頂点P1、P2、P3と観測点2点を、撮影された2つの写真においてペア指定する。基準形状の頂点および観測点の写真座標からそれぞれの3次元座標を、逐次近似法を用いて共線方程式により求める。基準形状の頂点の3次元座標から各頂点間の距離を求め、原寸Lとのずれ量を算出する。ずれ量が許容範囲であれば観測点のペア指定は正確であると判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに異なる撮影位置およびまたは撮影姿勢にて得られ、測量対象物と形状および大きさを特定するパラメータが既知である基準構造物とが含まれる 2 つの被写界像を、それぞれ、第 1 の記録画像および第 2 の記録画像として記録する画像記録手段と、

前記第 1 の記録画像における前記基準構造物上の複数点の 2 次元座標と、前記第 2 の記録画像における前記複数点の 2 次元座標と、前記第 1 の記録画像における観測点の 2 次元座標と、前記第 2 の記録画像における前記観測点の 2 次元座標とを取得する 2 次元座標取得手段と、前記 2 次元座標取得手段により得られた前記第 1 の記録画像における前記複数点の 2 次元座標、前記第 2 の記録画像における前記複数点の 2 次元座標、前記第 1 の記録画像における前記観測点の 2 次元座標、前記第 2 の記録画像における前記観測点の 2 次元座標と、予め設定された前記第 1 の記録画像を記録した時の撮影姿勢に対する前記第 2 の記録画像を記録した時の撮影姿勢の相対的な変位量、および前記第 1 の記録画像を記録した時の撮影位置に対する前記第 2 の記録画像を記録した時の撮影位置の相対的な移動量とに基づいて、前記複数点の 3 次元座標と前記観測点の 3 次元座標を未知数とする共線方程式を逐次近似解法を用いて前記未知数を求める 3 次元座標算出手段と、

前記 3 次元座標算出手段により算出された前記複数点の 3 次元座標値に基づいて前記パラメータに対応する値を演算する情報演算手段と、

前記情報演算手段により演算された値と前記パラメータとを比較し前記 2 次元座標取得手段が取得した前記観測点の 2 次元座標値が適正であるか否かを判別する判別手段とを備えたことを特徴とする写真測量システム。

【請求項 2】 前記判別手段が前記基準構造物の前記パラメータと前記情報演算手段により演算された前記パラメータに対応する値の差分の最大値が許容範囲であるか否かにより前記 2 次元座標取得手段が取得した前記観測点の 2 次元座標値が適正であるか否かを判別することを特徴とする請求項 1 に記載の写真測量システム。

【請求項 3】 さらに前記判別手段の判別結果を報知する報知手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の写真測量システム。

【請求項 4】 前記差分の最大値が所定の許容範囲内となるまで前記観測点の 2 次元座標取得手段と前記 3 次元座標算出手段と前記情報演算手段と前記判別手段との動作を繰り返すことを特徴とする請求項 2 に記載の写真測量システム。

【請求項 5】 前記基準構造物が正三角形の平面を有し、この正三角形の各頂点が前記基準構造物上の複数点に対応していることを特徴とする請求項 1 に記載の写真測量システム。

【請求項 6】 前記パラメータおよび前記情報演算手段

により演算された前記パラメータに対応する値が、前記正三角形の辺の長さの寸法であることを特徴とする請求項 5 に記載の写真測量システム。

【請求項 7】 前記観測点が少なくとも 2 点であることを特徴とする請求項 1 に記載の写真測量システム。

【請求項 8】 前記許容範囲が前記基準構造物の寸法の約 0.1 パーセント以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の写真測量システム。

【請求項 9】 前記変位量が前記カメラに設けられた傾斜角センサにより求められることを特徴とする請求項 1 に記載の写真測量システム。

【請求項 10】 測量対象物と形状および大きさを特定するパラメータが既知である基準構造物とを含んだ被写界像を、互いに異なる撮影位置およびまたは撮影姿勢にてそれぞれ撮影し、第 1 の記録画像、第 2 の記録画像を得る第 1 ステップと、前記第 1 の記録画像における前記基準構造物上の複数点の 2 次元座標と、前記第 2 の記録画像における前記複数点の 2 次元座標とを取得する第 2 ステップと、前記第 1 の記録画像における観測点の 2 次元座標と、前記第 2 の記録画像における前記観測点の 2 次元座標とを取得する第 3 ステップと、

前記第 1 の記録画像を記録した時の撮影姿勢に対する前記第 2 の記録画像を記録した時の撮影姿勢の相対的な変位量と、前記第 1 の記録画像を記録した時の撮影位置に対する前記第 2 の記録画像を記録した時の撮影位置の相対的な移動量とを入力する第 4 ステップと、前記第 3 ステップおよび前記第 4 ステップで得られた値に基づいて、前記複数点の 3 次元座標と前記観測点の 3 次元座標を未知数とする共線方程式を逐次近似解法を用いて前記未知数を求める第 5 ステップと、

前記第 5 ステップにより求められた前記複数点の 3 次元座標値に基づいて前記パラメータに対応する値を演算する第 6 ステップと、

前記第 6 ステップにより演算された値と前記パラメータとを比較し前記第 3 ステップで取得した前記観測点の 2 次元座標値が適正であるか否かを判別する第 7 ステップとを備えたことを特徴とする写真測量方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば交通事故調査等における写真測量に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、交通事故調査などで行われる写真測量において、例えば被写体は銀塩フィルムを用いたカメラ、あるいは電子スチルカメラにより撮影され、複数の記録画像における被写体の 2 次元座標から、共線方程式などを用いた演算により被写体の 3 次元座標が得られる。

【0003】 このような共線方程式を用いた演算は、コ

ンピュータにより逐次近似解法で解く方法がとられる。コンピュータを用いてこのような共線方程式を逐次近似解法で解いて3次元座標値を求める演算を実行させる際に、実際に3次元座標値を求めたい任意の箇所(観測点)を、それぞれの記録画像上の2次元座標値としてコンピュータに入力する作業が必要となる。この作業は、3次元座標値を求める観測点が各記録画像で対応するよう、各記録画像上の座標値で入力しなければならない。2次元座標値の入力作業には、例えば2枚の記録画像をコンピュータのCRTに表示し、CRTを目視しながらそれぞれの記録画像上で観測点を指定することにより座標値を入力するというマンマシンインターフェースが用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、CRTに表示された記録画像上で観測点を指定する方法は記録画像の撮影状態や解像度等に左右されるため各記録画像における観測点を対応させるのは困難であり、入力座標値に誤差が生じやすい。入力される座標値に誤差があるとこの誤差が含まれた状態で演算が行われるため、算出される3次元座標の精度を著しく低下させてしまうという問題があった。

【0005】本発明は以上の問題を解決するものであり、常に安定して精度の高い測量が行える写真測量システムを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る写真測量システムは、互いに異なる撮影位置およびまたは撮影姿勢にて得られ、測量対象物と形状および大きさを特定するパラメータが既知である基準構造物とが含まれる2つの被写界像を、それぞれ、第1の記録画像および第2の記録画像として記録する画像記録手段と、第1の記録画像における基準構造物上の複数点の2次元座標と、第2の記録画像における複数点の2次元座標と、第1の記録画像における観測点の2次元座標と、第2の記録画像における観測点の2次元座標とを取得する2次元座標取得手段と、2次元座標取得手段により得られた第1の記録画像における複数点の2次元座標、第2の記録画像における複数点の2次元座標、第1の記録画像における観測点の2次元座標、第2の記録画像における観測点の2次元座標と、予め設定された第1の記録画像を記録した時の撮影姿勢に対する第2の記録画像を記録した時の撮影姿勢の相対的な変位量、および第1の記録画像を記録した時の撮影位置に対する第2の記録画像を記録した時の撮影位置の相対的な移動量とに基づいて、複数点の3次元座標と観測点の3次元座標を未知数とする共線方程式を逐次近似解法を用いて未知数を求める3次元座標算出手段と、3次元座標算出手段により算出された複数点の3次元座標値に基づいてパラメータに対応する値を演算する情報演算手段と、情報演算手段により演算された値と

パラメータとを比較し2次元座標取得手段が取得した観測点の2次元座標値が適正であるか否かを判別する判別手段とを備えたことを特徴とする。

【0007】例えば判別手段は基準構造物のパラメータと情報演算手段により演算されたパラメータに対応する値の差分の最大値が許容範囲であるか否かにより2次元座標取得手段が取得した観測点の2次元座標値が適正であるか否かを判別する。

【0008】好ましくは判別手段の判別結果を報知する報知手段を備えている。

【0009】好ましくは差分の最大値が所定の許容範囲内となるまで観測点の2次元座標取得手段と3次元座標算出手段と情報演算手段と判別手段との動作を繰り返す。

【0010】例えば基準構造物は正三角形の平面を有し、この正三角形の各頂点が基準構造物上の複数点に対応している。

【0011】例えばパラメータおよび情報演算手段により演算されたパラメータに対応する値は、正三角形の頂点を結ぶ3辺の長さの寸法である。

【0012】好ましくは、観測点は少なくとも2点である。

【0013】好ましくは、許容範囲は基準構造物の原寸の約0.1パーセント以下である。

【0014】例えば、変位量はカメラに設けられた傾斜角センサにより求められる。

【0015】また、本発明に係る写真測量方法は、測量対象物と形状および大きさを特定するパラメータが既知である基準構造物とを含んだ被写界像を、互いに異なる撮影位置およびまたは撮影姿勢にてそれぞれ撮影し、第1の記録画像、第2の記録画像を得る第1ステップと、第1の記録画像における基準構造物上の複数点の2次元座標と、第2の記録画像における複数点の2次元座標とを取得する第2ステップと、第1の記録画像における観測点の2次元座標と、第2の記録画像における観測点の2次元座標とを取得する第3ステップと、第1の記録画像を記録した時の撮影姿勢に対する第2の記録画像を記録した時の撮影姿勢の相対的な変位量と、第1の記録画像を記録した時の撮影位置に対する第2の記録画像を記録した時の撮影位置の相対的な移動量とを入力する第4ステップと、第3ステップおよび第4ステップで得られた値に基づいて、複数点の3次元座標と観測点の3次元座標を未知数とする共線方程式を逐次近似解法を用いて未知数を求める第5ステップと、第5ステップにより求められた複数点の3次元座標値に基づいてパラメータに対応する値を演算する第6ステップと、第6ステップにより演算された値とパラメータとを比較し第3ステップで取得した観測点の2次元座標値が適正であるか否かを判別する第7ステップとを備えたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明による写真測量方法において被写体を撮影する際の被写体、基準構造物（ターゲット）、カメラの位置関係を示す図である。尚、本明細書において基準構造物とは、各部の原寸が既知であり、そのため写真測量において被写体とともに撮影されることにより画像の縮尺率の基準とすることができる構造物である。

【0017】被写体である立方体102は、基準構造物10が共に写るように、電子スチルカメラ100により、それぞれ異なる第1のカメラ位置（撮影位置）M1および第2のカメラ位置M2において、それぞれ撮影される。ここでカメラ位置M1およびM2は、電子スチルカメラ100の撮影レンズの後側主点の位置に対応しており、また、図中、2点鎖線で描かれているO₁およびO₂は、それぞれ、第1のカメラ位置M1および第2のカメラ位置M2にある時の撮影レンズの光軸を示している。

【0018】基準構造物10は、正三角形の頂点に位置する3つの基準点P1、P2、P3を有している。これらの基準点P1、P2、P3によって定義される形状（図1において斜線を施した部分）を本明細書では基準形状と呼ぶ。尚、本実施形態では一辺の長さがLの正三角形である基準形状を有する基準構造物を用いている。

【0019】電子スチルカメラ100は傾斜角センサ（図示せず）を備えており、常時カメラ姿勢（撮影姿勢）が計測される。傾斜角センサとは、互いに直交しそのうち1つは鉛直方向と一致する3軸方向のそれぞれの軸回りの回転角（ α_n 、 β_n 、 γ_n ）を計測するセンサである。電子スチルカメラ100のリリースボタン（図示せず）は2段スイッチに連動しており、リリースボタンが半押しされると測光スイッチがオンし、全押しされるとリリーススイッチがオンする。測光スイッチがオンすると、測光手段、測距手段、傾斜角センサの各測定値がモニタされる。リリーススイッチがオンすると、画像情報が記録されるとともに傾斜角センサの計測値（ α_n 、 β_n 、 γ_n ）が内部メモリに記憶される。

【0020】また、電子スチルカメラ100にはICカードが着脱可能である。ICカードには、画像データ、撮影情報、傾斜角センサの測定値等のデータが記録される。ICカードを外部のコンピュータに装着することにより、コンピュータにより各データが解読され、画像情

報、傾斜角センサの測定値等が取り出され、写真測量の演算処理に用いられる。

【0021】図2（a）、図2（b）は2つのカメラ位置M1、M2からそれぞれ撮影されたときの画像である。図2（a）に示すように画像1において、撮像中心c1を原点とする2次元直交座標系である第1の写真座標系（ x_1 、 y_1 ）が画像上に設定される。第1の写真座標系において基準構造物10の基準点P1は像点p11（ p_{x11} 、 p_{y11} ）、基準点P2は像点p12（ p_{x12} 、 p_{y12} ）、基準点P3は像点p13（ p_{x13} 、 p_{y13} ）で示される。同様に図2（b）に示すように画像2においては撮像中心c2を原点とする2次元直交座標系である第2の写真座標系（ x_2 、 y_2 ）が画像上に設定され、基準点P1は像点p21（ p_{x21} 、 p_{y21} ）、基準点P2は像点p22（ p_{x22} 、 p_{y22} ）、基準点P3は像点p23（ p_{x23} 、 p_{y23} ）で示される。

【0022】図2に示された2枚の画像から立方体の3次元座標を求めるためには、ある3次元の基準座標系を設定し、この基準座標系における2枚の画像の位置を定めることが必要である。本実施形態では、第1のカメラ位置M1を原点とし光軸O1方向をZ軸とする右手系の3次元直交座標系（X、Y、Z）を基準座標系とする。図3はカメラ100、画像1、画像2、および基準構造物10の基準形状との位置関係を、基準座標系（X、Y、Z）を用いて3次元的に示す図である。第2のカメラ位置M2はこの基準座標系で表される。すなわち第2のカメラ位置M2は第1のカメラ位置M1に対する変位量（ X_o 、 Y_o 、 Z_o ）で示される。

【0023】基準座標系における基準点P_i（ $i=1\sim 3$ ）の3次元座標（ P_{Xi} 、 P_{Yi} 、 P_{Zi} ）は、例えば基準点とその像点と撮影レンズの主点位置とが一直線上にあることを利用した共線方程式（（1）式）を用いて求められる。尚、（1）式におけるCは撮影レンズの後側主点から撮像面までの距離、すなわち焦点距離に相当し、画像1および2において同一である。図3において、距離Cは撮影レンズの主点位置M1と撮像中心c1との距離、あるいは撮影レンズの主点位置M2と撮像中心c2との距離である。

【0024】

【数1】

$$\left. \begin{aligned} PX_j &= (PZ_j - Z_0) \frac{a_{11} px_{ij} + a_{21} py_{ij} - a_{31} C}{a_{13} px_{ij} + a_{23} py_{ij} - a_{33} C} + X_0 \\ PY_j &= (PZ_j - Z_0) \frac{a_{12} px_{ij} + a_{22} py_{ij} - a_{32} C}{a_{13} px_{ij} + a_{23} py_{ij} - a_{33} C} + Y_0 \end{aligned} \right\} (1)$$

$$(i = 1 \sim 2, j = 1 \sim 3)$$

$$a_{11} = \cos \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{12} = -\cos \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{13} = \sin \beta$$

$$a_{21} = \cos \alpha \cdot \sin \gamma + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma$$

$$a_{22} = \cos \alpha \cdot \cos \gamma - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{23} = -\sin \alpha \cdot \cos \beta$$

$$a_{31} = \sin \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma$$

$$a_{32} = \sin \alpha \cdot \cos \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{33} = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

【0025】図5は本実施形態の写真測量システムのハードウェア構成を示すブロック図である。システム全体を制御するCPU（中央演算処理装置）20には入出力演算制御部21を介してキーボード22、マウス23、ICカード24、画像表示が可能なCRT（表示装置）25およびプリンタ26が接続されている。また、CPU50には記憶装置27が接続されており、各入力装置から入力されたデータや、CPU20による処理結果が格納される。カメラ100により撮影された画像データ、およびカメラ100の撮影姿勢データが記録されたICカード24をコンピュータに装着し、所定の操作をおこなうことにより画像1、2（図2参照）がCRT25に表示される。操作者はCRT25に表示された画像1内の任意の観測点をマウス23で指定し、画像2内でその点に対応すると思われる点を同様にマウス23で指定する。本明細書では、このように画像1、2で対応すると思われる一対の点を指定することを「ペア指定する」という。操作者によりペア指定された点の座標はコンピュータにおける演算処理のデータとして取り込まれる。

【0026】次に、図6および7のフローチャートを用いて、本実施形態の写真測量の手順を説明する。尚、説明の都合上観測点として、立方体102の頂点Q1（図1参照）に対応する点を画像1、2内において最初に指定し、次いで頂点Q2（図1参照）に対応する点を指定するものとする。

【0027】図6は写真測量システム全体の処理手順を示すフローチャートである。ステップ200では、傾斜角センサにより計測された第1の撮影位置におけるカメラの撮影姿勢データ（ α_1 、 β_1 、 γ_1 ）と撮影された

画像1のデータをICカード24から読み出し、ステップ201では、傾斜角センサにより計測された第2の撮影位置におけるカメラの撮影姿勢データ（ α_2 、 β_2 、 γ_2 ）と撮影された画像2のデータをICカード24から読み出す。次いでステップ202では、ステップ200、201で読み出した第1および第2の撮影位置のカメラの撮影姿勢データから第1の撮影位置を基準とする第2の撮影位置におけるカメラの相対姿勢（ $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ 、 $\beta = \beta_2 - \beta_1$ 、 $\gamma = \gamma_2 - \gamma_1$ ）を求める。

【0028】ステップ203では、第1の撮影位置を基準とした第2の撮影位置の相対的な移動量（ X_0 、 Y_0 、 Z_0 ）を入力する。この移動量は撮影者により、例えば所定位置からの第1の撮影位置および第2の撮影位置の記録等に基づいてその値がキーボード22より入力される。

【0029】ステップ204において、基準構造物の基準形状の3頂点のペア指定をマウス23を用いて行う。各点のそれぞれの写真座標系における写真座標が変数（ $P1j$ （ $px1j$ 、 $py1j$ ）、 $P2j$ （ $px2j$ 、 $py2j$ ））（ $j = 1 \sim 3$ ）に格納される。

【0030】ステップ205では、観測点のペアの指定を継続するかどうかを判断する。もし観測点のペア指定を行うのであればステップ206に進み、観測点のペア指定および3次元座標の算出処理を行う。

【0031】図7は、観測点のペア指定および共線方程式を用いた観測点の3次元座標の算出処理、すなわち図6のフローチャートのステップ206における処理の手順を示すフローチャートである。ステップ300において観測点のペア指定を行う。すなわち、画像1、画像2において対応すると思われる観測点をそれぞれ指定す

30

40

50

る。ステップ301ではベア指定済みの観測点数が2点以上か否かを判断する。もし2点以上であればステップ302に進み、2点以上でなければステップ300に戻る。すなわち、最初にQ1が指定された段階では指定済み観測点数が1点なのでステップ300に戻り、次いでQ2が指定された段階でステップ302へ進む。尚、ステップ301においてベア指定済み観測点数が2点以上であることを条件として次ステップへ進むこととしているのは、演算結果の精度の観点から基準形状を構成する基準点3点と合わせて5点以上の測定点入力を行うことが望ましいからである。

【0032】ステップ302では最初に指定された観測点であるQ1の写真座標が変数(P14(px14, py14)、P24(px24, py24))に格納される。ステップ303では最後に指定された観測点であるQ2の写真座標が変数(P15(px15, py15)、P25(px25, py25))に格納される。

【0033】ステップ304では、(1)式の共線方程式を例えば逐次近似解法などの手法を用いて解き、基準点Pj(j=1~3)の3次元座標(PXj、PYj、PZj)、および観測点Q1およびQ2の3次元座標(PXj、PYj、PZj)(j=4~5)を求める。逐次近似解法とは、前述の共線方程式において未知変数Xo、Yo、Zo、α、β、γに初期値を与え、この初期値の周りにテーラー展開して線形化し、最小二乗法により未知変数の補正量を求める手法である。この演算により未知変数の誤差の少ない近似値が求められる。

【0034】以上の演算処理により基準座標系における基準点P1、P2、P3および観測点Q1、Q2の3次元座標(PXj、PYj、PZj)(j=1~5)が、2つの写真座標p1j(px1j, py1j)、p2j(px2j, py2j)(j=1~5)から変換される。

【0035】ステップ305ではステップ304で求めた基準点Pi(i=1~3)の座標から各基準点間の基準座標上の距離li(i=1~3)を求め、次いで距離li(i=1~3)に倍率変換をかける。倍率変換は基準形状の面積比を求めることにより行う。すなわち、距離li(i=1~3)から基準座標上の基準形状の面積を求め、既知である基準形状の原寸から求められる基準形状の実際の面積との比を求め、距離li(i=1~3)にその比を掛け合わせ、距離Li(i=1~3)を算出する。

【0036】ステップ306では、既知の情報である基準形状の1辺の原寸と、ステップ205で算出した距離Li(i=1~3)とのずれ量を求める。ずれ量は、原寸に対する原寸と距離Liとの差の絶対値の割合である。さらにステップ307でそのずれ量の最大値を抽出する。

【0037】ステップ308において、ステップ307

で抽出したずれ量の最大値が許容値以下であればステップ309に進み、最後に行った観測点のベア指定が正確である旨を画面表示しステップ207に戻る。ずれ量の最大値が許容値以下でなければステップ310に進み、最後に行った観測点のベア指定が正確でない旨を画面表示し、ステップ300に戻り再度観測点のベア指定が行える。すなわち、本実施形態では、基準形状の3つの頂点のベア指定および最初にベア指定を行った観測点のベア指定が正確であるとして演算処理を行い、基準形状の辺の原寸と演算結果のずれ量が許容値以下となるまで2点目の観測点のベア指定を繰り返して行うことができる。尚、本実施形態では許容値を原寸の約0.1パーセントに設定している。

【0038】画像1、2における最後に行った観測点のベア指定が正確と判定されステップ207に戻ったら、基準座標系の各座標に倍率変換を行う。倍率変換の方法は、ステップ305と同様である。

【0039】次いでステップ208では図4に示すようにP1とP2を結ぶ直線をX軸とし、基準形状を含む平面PsをX-Z平面とする3次元座標系(X'、Y'、Z')が設定され、基準点P1を原点として基準点P2、P3および観測点が基準座標系から座標変換される。なお、原点は基準形状を含む面内であれば、任意の点でもかまわない。この座標変換は例えばベクトル変換などを用いて行われる。

【0040】ステップ209ではCRT25に例えばX-Z平面図が図示され、ステップ205に戻る。なお、特にX-Z平面図に限るものではなく、X-Y平面図あるいは立体斜視図でもよい。

【0041】ステップ205に戻りベア指定を継続しない場合はステップ210に進み、平面図のデータを記憶装置に保存して処理を終了する。

【0042】以上のように本実施形態では、基準形状の寸法と基準座標から算出した基準形状の寸法の差分量により2つの写真座標系で指定された観測点が一致しているか否かを判断し、もし差分量が許容値を超えている場合は観測点を指定し直すことができる。そのため、観測点の指定の精度が撮影画像の解像度等に左右されることがなく常に安定している。

【0043】尚、本実施形態では基準形状の寸法を比較しているがこれに限るものではなく、例えば基準形状を形成する三角形の3つの角の値、あるいは三角形の面積を比較してもよい。

【0044】また、本実施形態では倍率変換における補正倍率を基準形状の面積比から算出しているがこれに限るものではなく、例えば基準形状の1辺の長さの比から算出してもよい。

【0045】また、本実施形態ではカメラ姿勢を撮影時に記録されたICカードから読み出しているがこれに限るものではなく、別途計測してキーボードから入力する

11

システム構成としてもよい。

【0046】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、写真測量における観測点の指定の精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による写真測量システムにおいて被写体を撮影する際の被写体、基準構造物、カメラの位置関係を示す図である。

【図2】(a)は第1の撮影位置で撮影された画像であり、(b)は第2の撮影位置で撮影された画像である。

【図3】カメラ、撮影平面、基準構造物との位置関係を基準座標系を用いて3次元的に示す図である。

【図4】基準形状の2点を結ぶ直線をX軸とし、基準形

12

状を含む平面をX-Z平面とする3次元座標系を示す図である。

【図5】本発明の写真測量システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の写真測量システム全体の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】観測点のペア指定および共線方程式を用いた観測点の3次元座標の算出処理の手順を示すフローチャートである。

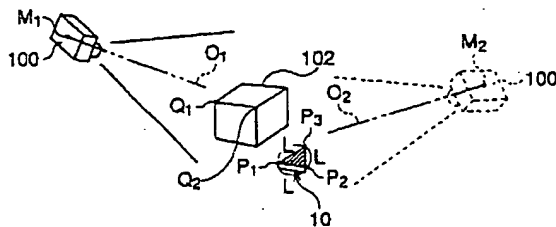
【符号の説明】

10 基準構造物

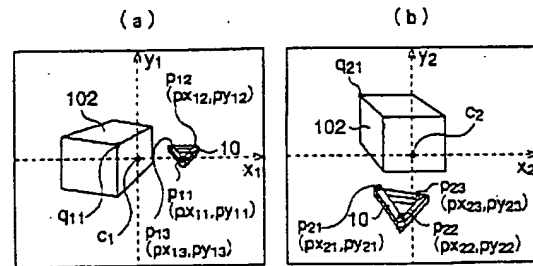
100 カメラ

102 立方体

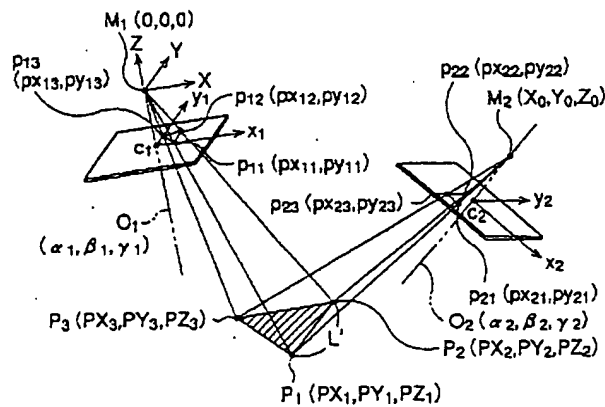
【図1】



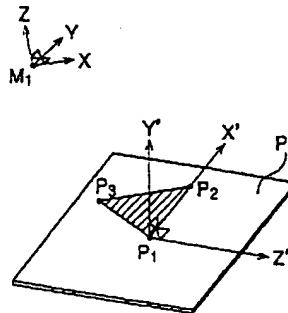
【図2】



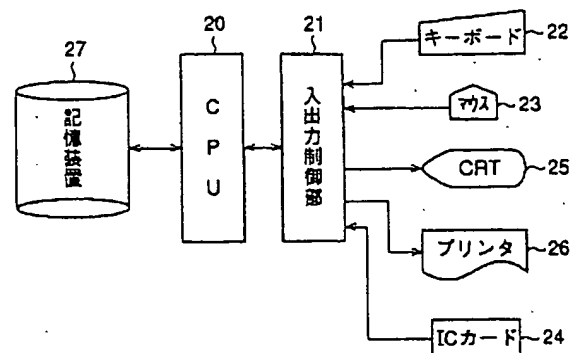
【図3】



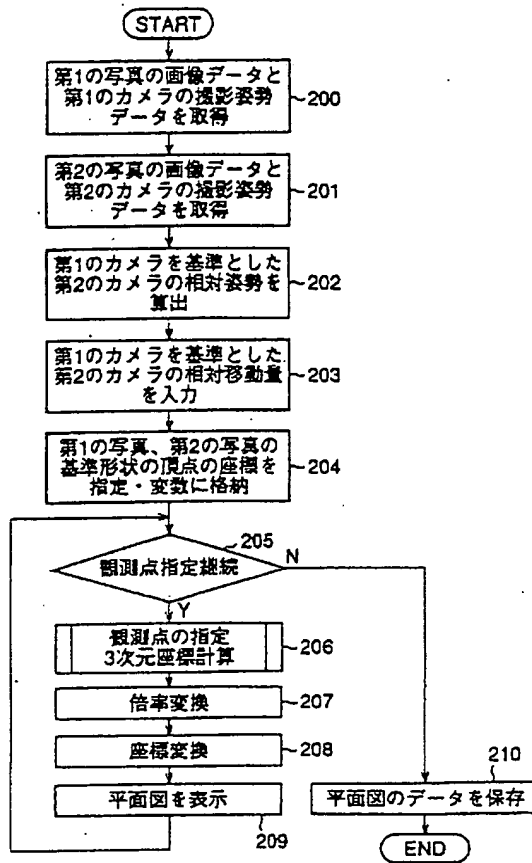
【図4】



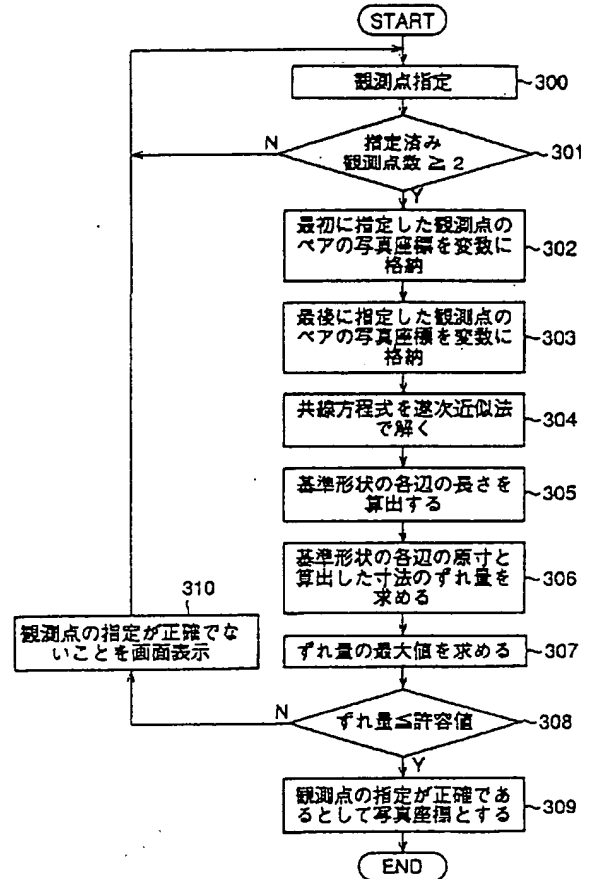
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.